

УДК 662.636:635.071

**В. Д. ОСАДЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук

**Т. І. ГУНЧАК**, науковий співробітник

**Т. М. САНДУЛЯК**, молодший науковий співробітник

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН

вул. Крижанівського Богдана, 21 а, м. Чернівці, 58026,

e-mail: gunchak00@ukr.net

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СВІТЧГРАСУ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В УМОВАХ БУКОВИНИ**

*Наведено результати дворічних досліджень щодо вирощування світчграсу (проса прутоподібного) на малопродуктивному схиловому ґрунті за різної ширини міжряддя та вивчення впливу мікродобрива на урожайність культури. Встановлено, що нестача ґрунтової вологи та підвищення температури повітря під час вегетації рослин негативно впливають на продуктивність світчграсу. Найвищий урожай культура на другому та третьому році життя формує за використання ширини міжряддя 0,15 м. Навіть при вирощуванні світчграсу на сірому лісовому малопродуктивному ґрунті можна отримати урожай сухої речовини від 6,9 до 10,2 т/га.*

**Ключові слова:** енергетичні культури, світчграс, зелена маса, суха речовина.

© Осадчук В. Д., Гунчак Т. І., Сандуляк Т. М., 2017  
Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2017. Вип. 61.

**Вступ.** Світовий досвід свідчить про інтенсивне зростання виробництва біопалив та їх широке застосування в агропромисловому комплексі. Біоенергетичне забезпечення сільської місцевості базується перш за все на вирощуванні енергетичних культур та використанні інших місцевих ресурсів. Для України цей напрям є дуже актуальним, враховуючи високу природну родючість ґрунтів, яка значною мірою визначає економічну ефективність біоенергетики [1–5, 14].

Завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам для вирощування рослин одним із найбільш перспективних видів альтернативної енергетики в Україні є фітоенергетика, яка базується на біосировині рослинного походження. Сюди належить використання біологічних видів палива – твердого, рідкого та газоподібного, виготовленого з біологічно відновлюваної сировини (біомаси), яке може використовуватися як паливо або компонент інших видів палива [9, 11–12].

До основних переваг рослинної біомаси як джерела енергії можна віднести екологічну чистоту викидів порівняно з викопними видами палива, відсутність негативного впливу на баланс вуглекислого газу в атмосфері. Під час згоряння біопалива на основі рослинної біомаси в атмосферу викидається менше вуглекислого газу, ніж поглинається рослинами в процесі фотосинтезу, утворюється в 20–30 разів менше оксиду сірки й в 3–4 рази менше золи порівняно з вугіллям [13, 15–22].

Для зменшення витрат традиційних джерел енергії і використання біопалива із фітомаси практичний інтерес представляють такі рослини: просо прутюподібне (світчґрас), міскантус, сорго й ряд інших біоенергетичних культур [6–8].

Світчґрас є однією з найбільш перспективних багаторічних рослин для виробництва біопалива. Його інтенсивно вивчали і вивчають у Північній Америці і нещодавно почали досліджувати в Європі як потенційну культуру для виробництва енергії [23–29].

В Україні світчґрас використовується як фітоенергетична культура для виробництва твердого палива у вигляді брикетів та пелетів, а також рідкого біопалива у вигляді етанолу та бутанолу, є новою культурою, що потребує наукових досліджень з визначення особливостей його росту, розвитку та продуктивності, розробки технологічних процесів. Значну увагу потрібно приділити інтродукції сортів світчґрасу для використання як альтернативного джерела енергії в Україні [18].

Важливою агротехнічною ознакою світчґрасу як багаторічної культури є здатність збагачення ґрунту органічними речовинами. Він є

радикальним засобом боротьби з ерозією, сприяючи поліпшенню екологічної ситуації, що стає актуальним для Західного Лісостепу України. Починаючи з кінця 80-х рр. у США, Канаді та ряді Скандинавських країн світчграс використовують як енергетичну культуру для виробництва твердих і рідких видів біопалива: паливних гранул, метанолу та для виробництва целюлозних і волокнистих ущільнюючих композиційних матеріалів [30–32].

Світчграс, або просо пругоподібне (*Panicum virgatum*), – це прямостояча, теплолюбна, багаторічна рослина, вид проса, в природних умовах росте в Північній Америці вздовж 45–55 ° північної довготи [27]. Рослина має прямостоячі стебла різного кольору, які досягають 0,5–2,7 м у висоту, розмножується насінням і кореневищем. Суцвіття – відкрита волоть довжиною 15–50 см. Потужна коренева система може досягати до 3 м у глибину [31].

Окрім того, за вирощування світчграсу не відбувається виснаження ґрунтів – його потужна коренева система та рослинні залишки збагачують ґрунт на поживні речовини та сприяють інтенсивному розвитку мікроорганізмів, підвищенню процесів гуміфікації.

Під час спалювання паливна маса світчграсу не коксується, а співвідношення CO<sub>2</sub> у поглинанні рослинами й викидах у атмосферу оптимальне.

Продуктивність фітомаси змінюється в межах від 6 т сухої речовини на ґрунтах з низькою родючістю до 25 т на ґрунтах з високою родючістю. За умови належного догляду можна збирати урожай протягом 15 років. Існує два основних екотипи світчграсу: низовинні та височинні. Низовинні види вирощують на вологих ґрунтах – вони мають високі, товсті, грубі стебла, які ростуть кущами. Височинний тип адаптований до сухого клімату – вони мають тонші стебла, ніж низовинні та більшу їх кількість [6].

Структура біомаси світчграсу має типові складові для біопаливної сировини: близько 50 % вуглецю, 43 % кисню і 6 % водню. Суха біомаса має невисокий вміст золи – до 2–4 %, порівняно низький вміст калію і натрію у поєднанні з підвищеним вмістом кальцію і магнію, що сприяють високій температурі згоряння і зменшують ймовірність шлакування при спалюванні в котлах. Собівартість біомаси світчграсу в різних країнах коливається від 15 до 40 євро/т сухої речовини [2, 3].

Перевагами вирощування біомаси світчграсу для навколишнього середовища є: відсутність потреби використання пестицидів, боротьба з ерозією ґрунтів, сприяння збереженню

природних умов, поліпшенню структури ґрунту та зменшення викидів парникових газів. Зі збільшенням використання біомаси в Україні світчграс може відігравати важливу роль у постійному забезпеченні достатньої кількості виробленої біомаси з низькою собівартістю вирощування цієї культури [18].

Вирощування «енергетичних культур» для виробництва біопалива збереже від ерозії гумусний шар, сприятиме розвитку флори, фауни і загалом поліпшить екологічний і енергетичний стан країни та її енергозабезпеченість. Потреба збільшення використання відновлюваних джерел енергії зумовлена не тільки екологічною чистотою застосування біопалив, а й вичерпаністю традиційних викопних палив.

Отже, вирощування проса прутьоподібного (світчграсу) дозволить не тільки здешевити отриману сировину порівняно з викопним паливом (вугіллям, природним газом та нафтою), але і знизить ризик глобального потепління та сприятиме збереженню біорізноманіття.

**Матеріали і методи.** З 2011 р. вчені науково-технологічної лабораторії землеробства Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН проводять дослідження з вирощування проса прутьоподібного (світчграсу) та міскантусу для виробництва твердих видів палива.

У 2014–2015 рр. проводили дослідження з вивчення особливостей росту, розвитку і продуктивності світчграсу на плантаціях, закладених у 2013 р.

У досліді використовували різну ширину міжряддя, а саме: 0,15; 0,30 та 0,45 м. Також досліджували вплив мікродобрива Аватар 1, внесеного в дозі 1,0 л/га у фазі куціння рослин, на ріст та продуктивність світчграсу.

Дослід було закладено в триразовій повторності. Площа посівної ділянки – 25 м<sup>2</sup>, облікової – 20 м<sup>2</sup>. Загальна площа ділянок у досліді – 0,045 га.

Всі інші елементи технології – загальноприйняті для вирощування багаторічних злакових трав для виробництва твердих видів палива.

Обліки і спостереження проводили за загальноприйнятими методиками для злакових культур.

Слід також зазначити, що дослідження виконували на схилі південно-західної експозиції крутизною від 4 до 7 ° на сірому лісовому середньозмитому пілувато-важкосуглинковому слабокислому ґрунті.

На етапі попередніх років досліджень було встановлено, що дослідні ділянки розміщені на ґрунті з низьким вмістом гумусу – 1,38–

1,60 % та слабокислою реакцією ґрунтового розчину (рН – 5,4–5,8). Забезпеченість ґрунту фосфором дуже низька ( $P_2O_5$  – 13–15 мг/кг ґрунту), калієм – низька ( $K_2O$  – 48 мг/кг ґрунту), лужногідролізованим азотом – середня (110 мг/кг ґрунту).

На нашу думку, за такого низького рівня забезпеченості ґрунту поживними речовинами варто відмовитися від землекористування з використанням у структурі посівних площ просапних культур і перейти до вирощування на таких угіддях багаторічних культур, які б не лише забезпечували достатній рівень їх урожайності, але й сприяли припиненню ерозійних процесів на поверхні ґрунту та відновленню його родючості.

**Результати та обговорення.** Агрокліматичні умови в 2014 та 2015 рр. дуже відрізнялися за кількістю опадів.

Весна в 2014 р. розпочалася рано. Стійкий перехід середньодобової температури через 0 °С відзначено 10 лютого. Температура повітря за весняний період становила 11,5 °С (за норми 8,2 °С). У квітні опадів випало значно менше порівняно з середньобагаторічними показниками (табл. 1). У 2014 р. в період відростання світлґрасу відзначено теплу, вологу погоду. Середньомісячні показники температури повітря перевищили середньобагаторічні на 1,4 °С, а кількість опадів – на 33,8 мм. Такі умови позитивно вплинули на ріст і розвиток енергетичних трав.

Зима 2014–2015 рр. була теплою і сухою. Температура повітря за зимовий період становила 0 °С (за норми –3,5 °С). Земля почала промерзати в третій декаді листопада. За зимовий період випало 55,6 мм опадів (за норми 98 мм).

Весна 2015 р. була дуже ранньою. Стійкий перехід середньодобової температури через 0 °С відзначено 19 лютого. Температура повітря за весняний період становила 10,4 °С (за норми 8,2 °С). За весняний період випало 131,4 мм опадів (за норми 169 мм). Погодні умови весни 2015 р. в цілому були менш сприятливими для формування урожаю зеленої маси багаторічних енергетичних злакових трав порівняно з 2014 р. Це пов'язано перш за все із зменшенням кількості опадів у квітні та травні порівняно з середніми багаторічними показниками.

Несприятливі погодні умови склалися також під час формування вегетативної маси рослин. Всі місяці були теплими. Середньодобова температура повітря за літній період становила 21,8 °С (за норми 18,4 °С). За літній період випало 122,6 мм опадів (за норми 257 мм) (табл. 1).

Достатній вміст вологи в ґрунті в 2015 р. був тільки в ранньовесняний період, в подальші місяці запаси продуктивної вологи в ґрунті дуже низькі. У 2014 р. запаси продуктивної вологи в ґрунті були високими протягом всієї вегетації рослин.

### 1. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень (дані метеорологічного поста БСГДС НААН)

Місяці	Кількість опадів, мм			Середньодобова температура повітря, °С		
	2014	2015	середня багаторічна	2014	2015	середня багаторічна
I	35,9	10,1	32	-2,2	0,1	-4,8
II	13,5	19,0	33	-0,4	0,7	-3,4
III	38,0	56,1	39	7,6	5,2	1,8
IV	34,9	40,6	57	10,9	9,7	8,3
V	106,8	34,7	73	15,9	16,2	14,5
VI	20,4	20,4	89	18,6	18,6	17,4
VII	84,1	46,3	94	21,4	22,3	19,2
VIII	94,1	13,0	74	21,0	23,1	18,6
IX	6,2	47,5	57	16,4	18,1	14,2
X	57,4	26,0	48	9,7	9,4	8,8
XI	22,1	35,0	38	4,0	5,9	2,3
XII	26,5	8,8	33	-0,7	3,0	-2,4
Сума опадів за рік	539,9	357,5	667			
Середня t за рік				10,2	11,0	7,8

У ході дворічних досліджень встановлено, що фактори ширини міжряддя та внесення мікродобрив на фази розвитку рослин не впливають. На всіх варіантах досліду рослини розвивалися одночасно.

Найбільші показники висоти рослин в 2014 р. зафіксовано на варіантах з шириною міжряддя 0,15 м: 210 см – на варіанті без удобрення та 190 см – на варіанті з внесенням Аватару 1 (табл. 2).

При визначенні продуктивності рослин світлграсу другого року вегетації у 2014 р. спостерігали тенденцію до зростання урожайності культури в міру скорочення ширини міжряддя, що пояснюється утворенням більшої кількості пагонів і листків рослин на одиниці площі.

У цілому в досліді урожайність зеленої і сухої маси світлграсу на другому році життя становить відповідно 11,6–16,9 та 7,0–10,2 т/га (табл. 2). За умови переробки зеленої маси на тверде паливо можна отримати вихід енергії від 123,2 до 179,5 ГДж/га.

## 2. Продуктивність рослин світчграсу другого року вегетації залежно від ширини міжряддя і фону живлення (2014 р.)

Варіанти	Висота рослини, см	Урожайність, т/га		Вихід енергії, ГДж/га
		зеленої маси	сухої речовини	
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,15 м, без застосування добрив	210	16,0	9,7	170,7
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,30 м, без застосування добрив	188	12,3	7,5	132,0
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,45 м, без застосування добрив (контроль)	186	11,6	7,0	123,2
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,15 м, внесення мікродобрив Аватар 1 у фазі кушення	216	16,9	10,2	179,5
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,30 м, внесення мікродобрив Аватар 1 у фазі кушення	192	13,1	7,9	139,0
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,45 м, внесення мікродобрив Аватар 1 у фазі кушення	190	12,5	7,6	133,8

НР<sub>05</sub> фактор А

0,46

фактор Б

0,32

Примітка: фактор А – ширина міжряддя, фактор Б – фон живлення. Сила впливу фактора А – 0,9, фактора Б – 0,07.

Зменшення ширини міжряддя з 0,45 до 0,15 м дозволило отримати додатково 4,4 т/га зеленої маси та 2,7 т/га сухої маси рослин. Внесення мікродобрив забезпечило приріст урожайності 0,8–0,9 т/га зеленої маси та 0,4–0,6 т/га сухої маси.

В умовах посушливого 2015 р. чіткої тенденції залежності продуктивності світчграсу від площі живлення та внесення мікродобрив не спостерігали. В середньому в досліді висота рослин світчграсу третього року вегетації на період утворення насіння становила 158–166 см, тобто була меншою ніж у 2014 р. на 28–50 см (табл. 3).

При визначенні продуктивності світчграсу третього року життя встановлено, що ці показники знаходилися в межах 11,1–12,7 т/га

зеленої маси або 6,9–8,0 т/га сухої речовини. Найвищий в досліді урожай зеленої і сухої маси (відповідно 12,7 та 8,0 т/га) отримали за використання ширини міжряддя 0,15 м (табл. 3). В цілому показники урожайності в умовах 2015 р. були меншими на 0,5–4,2 т/га зеленої маси щодо показників 2014 р.

### 3. Продуктивність світчграсу третього року вегетації залежно від ширини міжряддя і фону живлення (2015 р.)

Варіанти	Висота рослини, см	Урожайність, т/га		Вихід енергії, ГДж/га
		зеленої маси	сухої речовини	
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,15 м, без застосування добрив	161	12,7	8,0	140,8
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,30 м, без застосування добрив	159	11,8	7,2	126,7
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,45 м, без застосування добрив (контроль)	165	12,6	7,8	137,3
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,15 м, внесення мікродобрива Аватар 1 у фазі кушення	166	11,6	7,7	135,5
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,30 м, внесення мікродобрива Аватар 1 у фазі кушення	158	11,1	6,9	121,4
Сівба світчграсу з шириною міжряддя 0,45 м, внесення мікродобрива Аватар 1 у фазі кушення	164	11,6	7,4	130,2

HP<sub>05</sub> фактор А

0,39

фактор Б

0,35

Примітка: фактор А – ширина міжряддя, фактор Б – фон живлення. Сила впливу фактора А – 0,4, фактора Б – 0,02.

**Висновки.** В результаті дворічних досліджень встановлено, що фактори ширини міжряддя та внесення мікродобрив на фази розвитку рослин світчграсу не впливають. На всіх варіантах досліді рослини розвивалися одночасно. Найкращий урожай світчграсу формується за використання ширини міжряддя 0,15 м. Нестача ґрунтової вологи та



підвищення температури повітря негативно впливають на продуктивність світчграсу. В умовах відчутного зниження кількості опадів та стійкого підвищення температури повітря позакореневе підживлення рослин мікродобривом Аватар І у фазі кушіння не сприяє підвищенню продуктивності культури.

### **Список використаної літератури**

1. Бородіна О. М. Відновлювана енергетика – перспективи для сільського господарства України / О. М. Бородіна // Пропозиція. – 2008. – № 10. – С. 12–18.
2. Бузовський Є. А. Нетрадиційні джерела енергії – вимоги часу / Є. А. Бузовський, О. Д. Витвицька, В. А. Скрипниченко // Науковий вісник Національного аграрного університету України. – 2008. – Вип. 119. – С. 289–294.
3. Віленчук О. Економічні проблеми природокористування / О. Віленчук // Економіка України. – 2009. – № 3. – С. 80–87.
4. Гелетуха Г. Г. Энергетический потенциал биомассы в Украине / Г. Г. Гелетуха, З. А. Марценюк // Промышленная теплотехника. – 1998. – Т. 20, № 4. – С. 52–55.
5. Гументик М. Я. Вирощування та використання органічної сировини для виробництва енергії / М. Я. Гументик // Збірник наукових праць ІБКІЦБ НААН. – 2012. – Вип. 4. – С. 446–448.
6. Гументик М. Я. Перспективи вирощування багаторічних злакових культур для виробництва біопалива / М. Я. Гументик // Цукрові буряки. – 2010. – № 4. – С. 21–22.
7. Гументик М. Я. Ефективність виробництва біостанолу на основі альтернативних, енергетичних культур / М. Я. Гументик // Теорія та практика ринків. – 2007. – № 1. – С. 101.
8. Гументик М. Я. Альтернативні види палива / М. Я. Гументик // Міське господарство України. – 2007. – № 3. – С. 9–11.
9. Дероган Д. В. Перспективи використання енергії та палива в Україні з нетрадиційних та відновлюваних джерел / Д. В. Дероган, А. Р. Щокін // Бюлетень «Новітні технології в сфері нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії». – 1999. – № 2. – С. 30–38.
10. Енергетичні культури для виробництва біопалива / М. В. Роїк, В. Л. Курило, М. Я. Гументик, В. М. Квак // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. – 2010. – Т. 7 (26) : Енергозбереження та альтернативні джерела енергії: проблеми і шляхи їх вирішення. – С. 12–17.

11. Зінченко В. О. Біогеліоенергія – наше енергетичне майбутнє / В. О. Зінченко // Пропозиція. – 2006. – № 8. – С. 130–132.
12. Калетнік Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні / Григорій Миколайович Калетнік. – К. : Аграрна наука, 2008. – 464 с.
13. Матвеев Ю. Біомаса: сучасні перспективи найдавнішого палива / Ю. Матвеев // Зелена енергетика. – 2008. – № 2 (30). – С. 22.
14. Новітні технології біоенергоконверсії / Я. Б. Блюм [та ін.]. – К. : Аграр Медіа Груп, 2010. – 326 с.
15. Овдін В. „Зелене” паливо / В. Овдін // Агробізнес сьогодні. – 2009. – № 14. – С. 12–15.
16. Пастухов В. І. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Методи і результати / В. І. Пастухов. – Х. : Ранок-НТ, 2003. – 100 с.
17. Перебийніс В. І. Резерви зменшення витрат енергоресурсів та енергоємності виробництва продукції рослинництва / В. І. Перебийніс // Матеріали обласної науково-практичної конференції з питань ефективності ведення землеробства, м. Полтава, 16–17 січ. 2003 р. – Полтава : Інтерграфіка, 2003. – С. 23–30.
18. Перспективи вирощування світчграсу як альтернативного джерела енергії в Україні / С. М. Петриченко [та ін.] // Цукрові буряки. – 2011. – № 4 (82). – С. 13–14.
19. Про розвиток енергозберігаючих технологій у сільському господарстві на сучасному етапі / В. В. Андрієнко, Г. О. Лапенко, А. А. Дудніков, С. І. Чорненький // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2006. – № 4. – С. 9–11.
20. Рахметов Д. Б. Роль нових культур у фітоенергетиці України / Д. Б. Рахметов // Науковий вісник НАУ. – 2007. – № 116. – С. 13–20.
21. Роль і місце фітоенергетики в паливно-енергетичному комплексі України / М. В. Роїк, В. Л. Курило, М. Я. Гументик, О. М. Ганженко // Цукрові буряки. – 2011. – № 1. – С. 6–7.
22. Шпичак О. М. Проблеми продовольчої безпеки та біопалива / О. М. Шпичак / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2009. – Вип. 141. – С. 18–26.
23. Beaty E. R. Tiller development and growth in switchgrass / E. R. Beaty, J. L. Engel and J. D. Powell // J. Range Manage. – 1978. – V. 31. – P. 361–365.
24. Big bluestem and switchgrass establishment as influenced by seed priming / Jana J. Beckman, Lowell E. Moser, Keith Kubik, Steven S. Waller // Agron. J. – 1993. – V. 85. – P. 199–202.

25. Harvest frequency and burning effects on monocultures of three warm-season grasses / G. J. Cuomo, B. E. Anderson, L. J. Young and W. W. Wilhelm // *J. Range Manage.* – 1996. – V. 49. – P. 157–162.
26. Kassel P. C. Seed yield response of three switchgrass cultivars for different management practices / P. C. Kassel, R. E. Mullin and T. B. Bailey // *Agron. J.* – 1985. – V. 77. – P. 214–218.
27. Moser L. E. Switchgrass, Big Bluestem, and Indiangrass / L. E. Moser and K. P. Vogel // *An introduction to grassland agriculture.* – 1995. – V. 1. – P. 409–420.
28. Newman P. R. Seedling root development and morphology of cool-season and warm-season forage grasses / P. R. Newman and L. E. Moser // *Crop Sci.* – 1988. – V. 28. – P. 148–151.
29. Registration of 'Dacotah' switchgrass / R. E. Barker, R. J. Haas, J. D. Berdahl and E. T. Jacobson // *Crop Sci.* – 1990. – V. 30. – P. 1158.
30. Sautter E. H. Germination of switchgrass / E. H. Sautter // *J. Range Manage.* – 1962. – V. 15. – P. 108–109.
31. Switchgrass variety choice in Europe / H. W. Elbersen [et al.] // *Aspects of Applied Biology.* – 2001. – V. 65. – P. 21–28.
32. Towne E. G. Vegetation dynamics from annually burning tallgrass prairie in different seasons / E. G. Towne and K. E. Kemp // *J. Range Manage.* – 2003. – V. 56. – P. 185–192.

Отримано 03.04.2017